

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober/November 2006

**EMM 211/3 – Mekatronik**

Masa : 2 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat dan **LIMA (5)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja.

Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- S1. [a] Kenalpasti sensor, penyesuai isyarat dan elemen paparan dalam setiap jenis sistem pengukuran berikut:

*Identify the sensor, signal conditioner and display element in each of the following measurement system.*

- (i) Tolok tekanan Bourdon  
*A Bourdon pressure gauge*
- (ii) Jangkasuhu merkuri-di dalam-kaca  
*Mercury-in-glass thermometer*
- (iii) Petunjuk dial mekanikal  
*Mechanical dial indicator*

(18 markah)

- [b] Tranduser tekanan yang menggunakan gegendang dengan tolok terikan dilekatkan pada permukaannya, mempunyai spesifikasi berikut:

*A pressure transducer that uses a diaphragm with strain gages bonded to its surface, has the specification given below:*

**Julat: 0 hingga 1400 kPa, 0 hingga 35000 kPa**  
*Ranges: 0 to 1400 kPa, 0 to 35000 kPa*  
**Ralat ketaklinearan:  $\pm 0.15\%$  daripada julat penuh**  
*Non-linearity error:  $\pm 0.15\%$  of full range*  
**Ralat histeresis:  $\pm 0.05\%$  daripada julat penuh**  
*Hysteresis error:  $\pm 0.05\%$  of full range*  
**Resolusi: 0.5 kPa**  
*Resolution: 0.5 kPa*

- (i) Berdasarkan spesifikasi tranduser tersebut, terangkan apakah yang dimaksudkan dengan: (1) Ralat ketaklinearan, (2) ralat histeresis. Tunjukkan dengan lakaran yang sesuai.

*Based on the specification for the transducer, explain what is meant by: (1) Non-linearity error, (2) hysteresis error. Illustrate with appropriate sketches.*

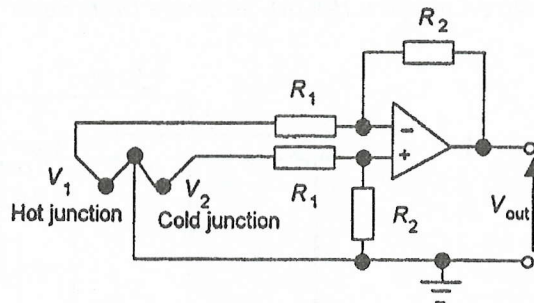
- (ii) Transduser tekanan tersebut digunakan untuk mengukur tekanan di dalam saluran paip stim dalam julat 0 hingga 35000 kPa. Jika keluaran transduser ialah 12250 kPa, tentukan julat nilai-nilai tekanan input yang mungkin.

*The pressure transducer was used to measure the pressure in a steam pipeline in the 0 to 35000 kPa range. If the output of the transducer is 12250 kPa, determine the range of possible values of the input pressure.*

(40 markah)

- [c] Rajah S1[c] menunjukkan litar penguat kebezaan digunakan dengan sensor pengganding suhu yang mempunyai kepekaan  $45 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ . Apabila perbezaan suhu antara simpang-simpang pengganding suhu ialah  $200^\circ\text{C}$ , voltan keluaran ialah  $16 \text{ mV}$ . Jika  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ , tentukan nilai rintangan  $R_2$  dalam litar tersebut. Terbitkan semua persamaan dalam pengiraan anda.

Figure Q1[c] shows a differential amplifier circuit used with a thermocouple sensor having a sensitivity of  $45 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ . When the temperature difference between the thermocouple junctions is  $200^\circ\text{C}$ , the output voltage is  $16 \text{ mV}$ . If  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ , determine the value of the resistance  $R_2$  in the circuit. Derive all equations used in your calculation.



Rajah S1[c]  
Figure Q1[c]

(42 markah)

- S2. [a] Lukiskan simbol-simbol bagi injap-injap arah pneumatik berikut. Tandakan liang-liang injap dengan jelas.

Draw the symbols for the following pneumatic directional valves. Label the valve ports clearly.

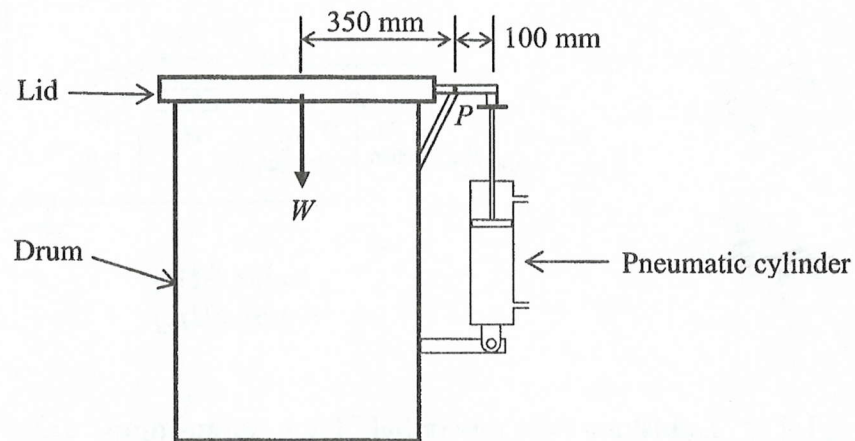
- (i) injap 3/2 selalu tertutup  
3/2 normally closed valve
- (ii) injap 3/2 selalu terbuka  
3/2 normally open valve
- (iii) injap 4/2  
4/2 valve
- (iv) injap 5/2  
5/2 valve

(20 markah)



- [b] Rajah S2[b] menunjukkan susunan sistem pneumatik untuk membuka dan menutup tudung sebuah dram. Berat tudung  $W$  ialah 50 kg dan boleh dianggap bertindak pada pusat gravitinya seperti yang ditunjukkan. Jika garispusat silinder pneumatik ialah 32 mm, tentukan tekanan kerja minimum yang diperlukan untuk membuka tudung tersebut. Andaikan bahawa tudung tersebut menjungkit sekitar titik pangsi  $P$ .

Figure Q2[b] shows an arrangement using pneumatic system to open and close the lid of a drum. The weight  $W$  of the lid is 50 kg and can be assumed to act through the center of gravity of the lid as shown. If the pneumatic cylinder is of diameter 32 mm, determine the minimum working pressure required to open the lid. Assume that the lid tilts about the pivot point  $P$ .

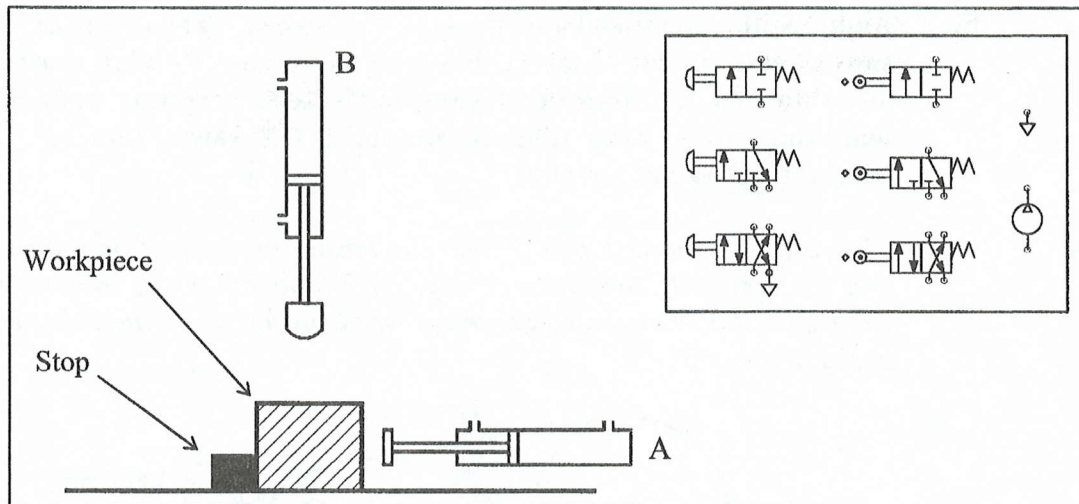


Rajah S2[b]  
Figure Q2 [b]

(50 markah)

- [c] Rajah S2[c] menunjukkan jujukan operasi berikut bagi suatu proses hentakan: (i) Bahan kerja dipegang oleh silinder A dan (ii) suatu corak dihentak ke atas bahan kerja menggunakan silinder B. Dengan menggunakan komponen-komponen pneumatik yang sesuai dalam rajah tersebut, reka bentuk suatu litar pneumatik untuk melaksanakan operasi tersebut. Seluruh operasi perlu dilaksanakan dengan menekan suatu butang tekan.

Figure Q2[c] shows the following sequence of operations for a stamping process: (i) Work piece is first held by cylinder A and (ii) a pattern is punched on the workpiece using cylinder B. Using the appropriate pneumatic components given in the figure, design a pneumatic circuit to carry out the operation. The entire operation must be executed by pressing a single push button.

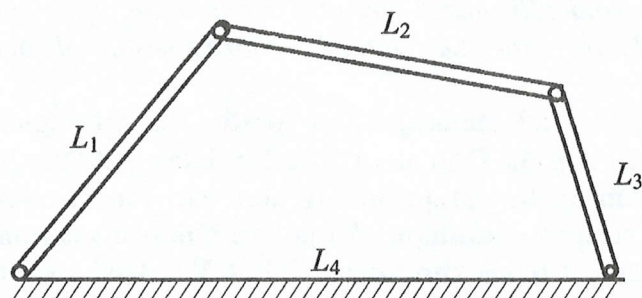


Rajah S2[c]  
Figure Q2 [c]

(30 markah)

- S3. [a] Nyatakan syarat Grashof untuk rantai empat-bar. Rajah S3[b] menunjukkan rantai empat-bar di mana panjang paut-paut diberikan. Dengan mengenakan syarat Grashof tentukan sama ada mana-mana paut mempunyai kebolehan membuat satu putaran lengkap.

State Grashof condition for a four-bar chain. Figure Q3[a] shows a four-bar chain in which the lengths of the various links are given. By applying Grashof condition determine whether any of the link is capable of making one complete revolution.



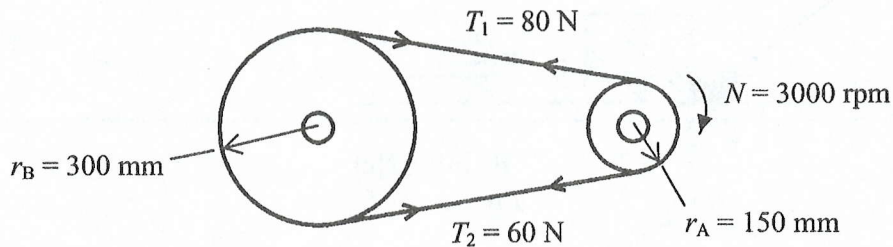
$$\begin{aligned} L_1 &= 320 \text{ mm} \\ L_2 &= 360 \text{ mm} \\ L_3 &= 210 \text{ mm} \\ L_4 &= 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

Rajah S3[a]  
Figure Q3[a]

(30 markah)

- [b] Rajah S3[b] menunjukkan pemacu tali sawat. Tegangan di dalam tali sawat pada sebelah ketat  $T_1$  dan sebelah kendur  $T_2$  ialah masing-masing 80 N dan 60 N. Jika takal yang lebih kecil berputar pada 3000 psm, tentukan kuasa yang dihantarkan oleh tali sawat tersebut. Apakah kelajuan tali sawat tersebut?

*Figure Q3[b] shows a belt drive. The tension in the belt on the tight side  $T_1$  and slack side  $T_2$  are, respectively, 80 N and 60 N. If the smaller pulley rotates at 3000 rpm, calculate the power transferred by the belt. What is the speed of the belt?*



Rajah S3[b]  
Figure Q3[b]

(30 markah)

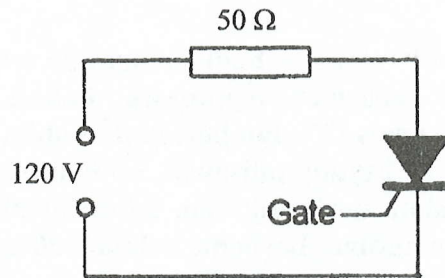
- [c] (i) Diod dan tiristor ialah peranti keadaan pejal lazimnya digunakan untuk mensuis litar secara elektronik. Terangkan perbezaan antara diod dan tiristor. Lakarkan ciri-ciri I-V bagi setiap peranti tersebut.

*Diodes and thyristors are solid state devices commonly used to electronically switch circuits. Explain the difference between a diode and a thyristor. Sketch the I-V characteristics of each of these devices.*

- (ii) Rajah S3[c] menunjukkan tiristor disambungkan bersiri dengan perintang  $50 \Omega$ . Voltan bekalan ialah 120 V. Tentukan susutan voltan melintasi perintang dan tiristor (1) sebelum runtuh, (2) selepas runtuh. Andaikan bahawa susutan voltan melintasi tiristor selepas runtuh ialah 2 V. Apakah nilai arus di dalam litar selepas runtuh?

*Figure Q3[c] shows a thyristor connected in series with a  $50 \Omega$  resistor. The supply voltage is 120 V. Determine the voltage drop across the resistor and thyristor (1) before breakdown, (2) after breakdown. Assume that voltage drop across the thyristor is 2 V after breakdown. What is the current in circuit after breakdown?*





Rajah S3[c]  
Figutr Q3[c]

(40 markah)

- S4. [a] Senaraikan langkah-langkah urutan yang diikuti oleh suatu pengawal logik bolehaturcara apabila melaksanakan satu aturcara.

*List the steps of sequence that is followed by a programmable logic controller when executing a program.*

(10 markah)

- [b] Lukis satu rajah tetangga yang akan mengawal sebuah injap solenoid bagi sebuah silinder pneumatik menggunakan isyarat dari sebuah suis had dan sebuah penderia optik. Injap solenoid, suis had dan penderia optik tersebut masing-masing dihubungkan kepada terminal 10.02, 0.03 dan 0.04 pengawal logik bolehaturcara. Injap solenoid akan ON hanya apabila kedua-dua suis had dan penderia optik adalah OFF. Apakah fungsi yang diguna? Tunjukkan jadual kebenarannya.

*Draw a ladder diagram that will control a solenoid valve for a pneumatic cylinder using signal from a limit switch and an optical sensor. The solenoid valve, limit switch and optical sensor are connected to terminal 10.02, 0.03 and 0.04 of the programmable logic controller respectively. The solenoid valve will be ON only when both limit switch and optical sensor are OFF. What is the function used? Show its truth table.*

(30 markah)

- [c] Lukis satu litar elektrik yang diperlukan bagi menghubungkan injap solenoid, suis had dan penderia optik kepada pengawal logik bolehaturcara yang digunakan dalam soalan S4[b]. Injap solenoid dan suis had mempunyai dua wayar, manakala penderia optik adalah jenis NPN yang mempunyai tiga wayar. Kesemua peranti tersebut dijana dengan 24 VDC.

*Draw an electrical circuit that is required for connecting solenoid valve, limit switch and optical sensor to programmable logic controller used in question Q4[b]. The solenoid valve and the limit switch have two wires, whereas the optical sensor is NPN type that has three wires. All of the devices are powered by 24 VDC.*

(30 markah)

- [d] Lukis satu rajah tetangga bagi mengawal sebuah motor elektrik yang menggerakkan talisawat membawa bahan kerja. Talisawat akan bergerak apabila suis ON dan berhenti apabila suis OFF. Apabila bahan kerja bergerak ke hujung talisawat, sebuah penderia akan mengesannya. Selepas lima bahan kerja dikesan, talisawat akan terus bergerak selama 10 saat dan kemudian berhenti selama 20 saat. Seterusnya ia akan bergerak semula mengulangi pergerakan di atas.

*Draw a ladder diagram to control an electric motor that drives conveyor belt carrying work pieces. The conveyor will move when the switch is ON and stop moving when the switch is OFF. When a workpiece moves to the end of the conveyor, a sensor will detect it. After five workpieces were detected, the conveyor will continue moving for 10 seconds and then stop for 20 seconds. Afterward it will move again repeating the above movement.*

(30 markah)

- S5. [a] Tolakkan nombor perenambelasan A8 dari nombor perenambelasan 3C menggunakan kaedah pelengkap dua-dua. Tulis jawapan sebagai pelengkap dua-dua bertanda.

*Subtract hexadecimal number A8 from hexadecimal number 3C using twos complement method. Write the answer as signed twos complement.*

(30 markah)

- [b] Gunakan kaedah jumlah darab untuk mendapatkan persamaan Boolean bagi keluaran X dari jadual kebenaran ditunjukkan dalam Jadual S5[b]. Ringkaskan persamaan Boolean didapati menggunakan hukum aljebra Boolean.

*Use sum of the product method to obtain the Boolean equation for output X from the truth table shown in Table Q5[b]. Simplify the Boolean equation obtained using Boolean algebra law.*



Jadual S5[b]  
Table Q5[b]

Input				Output	
A	B	C	D	X	Y
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0

(30 markah)

- [c] Gunakan kaedah peta Karnaugh untuk mendapatkan persamaan Boolean paling ringkas bagi keluaran Y from the truth table shown in Table S5[b].

*Use Karnaugh map method to obtain the simplest Boolean equation for output Y from the truth table shown in Table Q5[b].*

(20 markah)

- [d] Lukis satu rajah tetangga untuk persamaan-persamaan Boolean bagi keluaran X dan Y yang didapati dalam soalan S5[b] dan S5[c].

*Draw a ladder diagram for the Boolean equations of output X and Y obtained in questions Q5[b] and Q5[c].*

(20 markah)